ЭЛЕКТРОНИКА СВОИМИ РУКАМИ

Выпуск 10

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
- ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ УСТРОЙСТВА
- САМОДЕЛКИ ДЛЯ СЕМЬИ
- ОХРАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ
- НИЗКОЧАСТОТНАЯ ТЕХНИКА
- ЭЛЕКТРОННЫЕ ИГРУШКИ

NT PRESS

Электроника своими руками

Составитель
Адаменко М. В.

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск № 10

Информационный обзор для радиолюбителей

NT Press
Москва, 2006

УДК 621.38
ББК 32.84
В11

Подписано в печать 22.06.2006. Формат 84×108 1/32. Гарнитура New Baskerville. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,36. Тираж 5000 экз. Зак. № 6945.

В11 В помощь радиолюбителю. Выпуск 10 : Информационный обзор для радиолюбителей / Сост. М. В. Адаменко. – М. : НТ Пресс, 2006. – 64 с. : ил. – (Электроника своими руками).

ISBN 5-477-00342-1

В этой книге приведены краткие описания и принципиальные схемы конструкций, ранее опубликованные в радиолюбительской литературе, которых вполне достаточно для сборки и налаживания каждой схемы. Учтены интересы начинающих радиолюбителей самого разного возраста.

Для широкого круга читателей.

УДК 621.38
ББК 32.84

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1

Измерительные приборы

1.1. Тестер для определения полярности элементов питания *[1]*

Предлагаемое устройство, без сомнения, принадлежит к самым простым конструкциям, поэтому его может собрать любой желающий. С помощью данного тестера буквально за несколько секунд можно определить полярность батареи и аккумулятора, а также сетевого источника питания, имеющего выходное напряжение от 3 В до 30 В. При этом нижний предел указанного диапазона определяется падением напряжения на соответствующих элементах: 2 × 0,6 В – на диодах и примерно 1,5–1,8 В – на соответствующем светодиоде. Верхний предел диапазона ограничен максимальным рабочим током светодиодов. При напряжении 30 В ток ограничивается сопротивлением резистора R1 и составляет менее 30 мА, что кратковременно допустимо для большинства имеющихся в продаже светодиодов.

Принципиальная схема тестера полярности приведена на рис. 1.

Проверяемый источник питания подключается к клеммам «+» и «–». Если полярность источника совпадает с обозначениями клемм, то ток будет протекать по цепи через диод D1, светодиод LD1, резистор R1 и диод D3. При этом

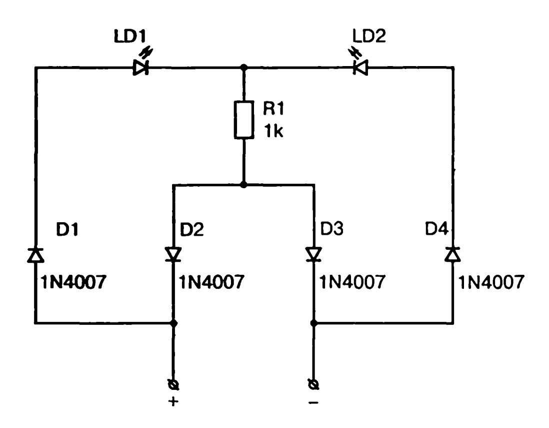


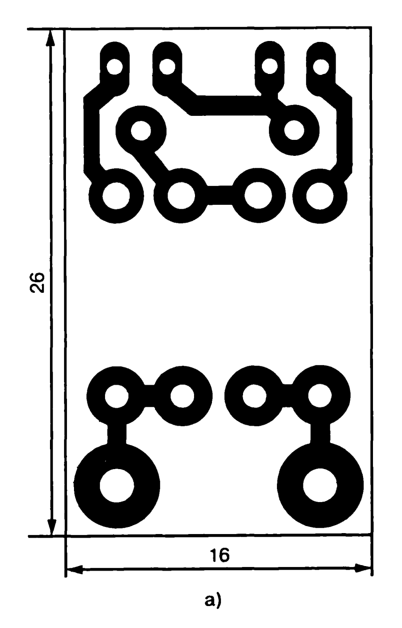
Рис. 1. Принципиальная схема тестера полярности элементов питания

свечение зеленого светодиода LD1 сигнализирует, что обозначения контактов устройства и полярность проверяемого источника совпадают. В том случае, если полярность источника не совпадает с обозначениями клемм, ток будет протекать по цепи через диод D4, светодиод LD2, резистор R1 и диод D2. При этом свечение красного светодиода LD2 сигнализирует об ошибочном подключении источника напряжения.

Детали тестера располагаются на плате размерами 26 × 16 мм, изготовленной из одностороннего фольгированного гетинакса или текстолита. Схема печатной платы и расположение элементов на ней приведены на рис. 2.

Для подключения к устройству тестируемого источника можно воспользоваться контактными зажимами или измерительными щупами от обычного мультиметра. При этом для контакта «+» рекомендуется использовать щуп красного цвета, а для контакта «–» – щуп черного цвета.

После проверки правильности монтажа и практической работоспособности тестера печатную плату с расположенными на ней элементами можно разместить в любом подходящем корпусе.



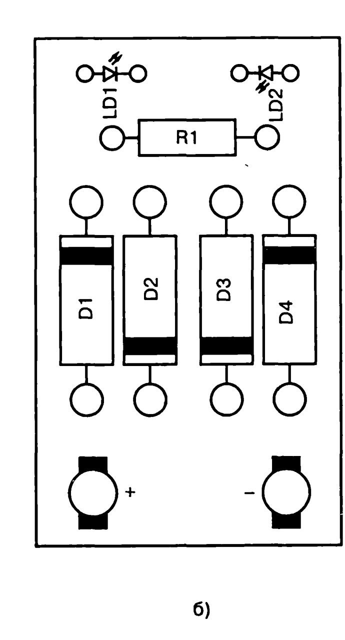


Рис. 2. Печатная плата (а) и расположение элементов (б) тестера полярности элементов питания

1.2. Испытатель элементов питания *[2]*

На рис. 3 изображена принципиальная схема простого устройства, с помощью которого можно проверить состояние батареи или элемента питания посредством сравнения его напряжения без нагрузки и при подключении нагрузки.

Испытываемая батарея B_X подключается к клеммам J1 и J2. Напряжение батареи измеряется любым цифровым мультиметром (ЦММ), который подключается к клеммам J3 и J4. В состав устройства входят нагрузочные резисторы R1–R5, выбор одного из которых осуществляется с помощью переключателя S1. При проверке батареи в режиме нагрузки выбранный резистор к тестируемому элементу кратковременно подключается при нажатии кнопки S2.

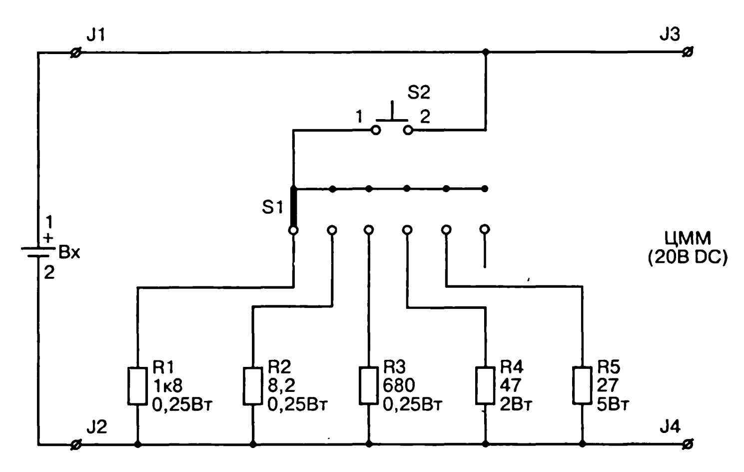


Рис. 3. Принципиальная схема испытателя элементов питания

Резистор R1 используется в качестве нагрузки при проверке малогабаритных элементов питания, имеющих напряжение от 1,5 В до 3 В при рабочем токе до 2 мА. Резистор R2 исполняет роль нагрузки при тестировании пальчиковых батарей и аккумуляторов типов R6 и R16, имеющих напряжение 1,5 В при рабочем токе до 180 мА. В качестве нагрузки для батарей типа «Крона» и им аналогичных на напряжение 9 В при токе до около 13 мА применяется резистор R3. Резистор R4 используется в качестве нагрузки при проверке батарей, состоящих из нескольких пальчиковых элементов, имеющих напряжение от 6 В до 9 В при рабочем токе до 190 мА. Нагрузкой для батарей напряжением от 9 В до 12 В емкостью 1 Ач при рабочем токе до 444 мА служит резистор R5.

1.3. Простой измеритель индуктивности *[3]*

Предлагаемое устройство представляет собой один из простейших приборов с цифровым дисплеем, предназначенный для измерения индуктивности в трех диапазонах: 4–199,9 мкГ; 40–1999 мкГ и 0,4–19,99 мГ. При этом погрешность измерений в диапазоне от 40 до 1500 составляет около 5%, при значениях выше 1500 ошибка не превышает 10%, а при значениях менее 40 измеренное значение не является достоверным.

Принципиальная схема простого измерителя индуктивности приведена на рис. 4.

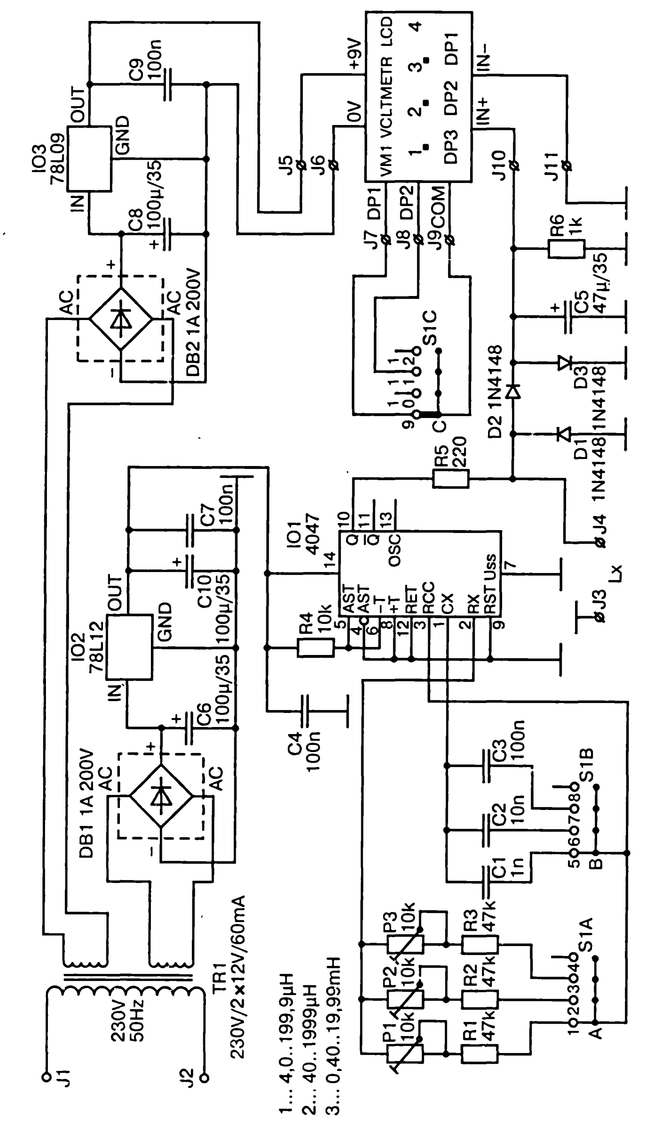


Рис. 4. Принципиальная схема простого измерителя индуктивности

Проверяемая катушка, имеющая индуктивность L_X, подключается к клеммам J3 и J4. На эти клеммы с выхода мультивибратора, выполненного на микросхеме IO1 (4047), через резистор R5 подается периодическая последовательность прямоугольных импульсов. Если бы к исследуемой катушке через диод D2 не был подключен конденсатор C5, а импульсы, формируемые мультивибратором, имели идеальную прямоугольную форму, то при поступлении фронта положительного импульса на катушке формировался бы положительный иглообразный импульс. Этот импульс имел бы амплитуду, равную амплитуде входного импульса, а также сравнительно крутой фронт и экспоненциальный спад. Временная константа экспоненты определяется сопротивлением резистора, подключенного к исследуемой катушке, и индуктивностью самой катушки. Поскольку сопротивление резистора постоянно, то указанная константа и, соответственно, ширина импульса определяются индуктивностью катушки L_X. На спаде импульса в катушке возникает ток индукции, при этом напряжение ограничивается диодом D1.

Если к исследуемой катушке через диод D2 подключен конденсатор C5, то форма импульсов будет сглажена, а конденсатор C5 будет периодически заряжаться и затем разряжаться через резистор R6. Среднее напряжение на конденсаторе C5 находится в определенной зависимости с шириной иглообразных импульсов и, таким образом, с индуктивностью измеряемой катушки. Частота импульсов, формируемых мультивибратором, и емкость конденсатора C5 выбраны таким образом, что в каждом из выбираемых диапазонов измерений напряжение на конденсаторе изменяется в пределах от 0 до 200 мВ.

Напряжение на конденсаторе C5 измеряется цифровым вольтметром с чувствительностью 200 мВ, который продается в виде готового модуля. На основании показаний вольтметра можно сделать вывод о величине индуктивности исследуемой катушки. Для того чтобы после отключения катушки L_X напряжение на конденсаторе C5 не превысило допустимого уровня, его величина ограничивается диодом D3.

Рабочая частота мультивибратора выбирается с помощью переключателей S1A и S1B. В данном приборе при выборе

первого диапазона эта частота составляет 4035 Гц, при выборе второго диапазона – 375 Гц, а в третьем диапазоне – 36 Гц. Третья секция переключателя (S1C) используется для выбора расположения точки на дисплее вольтметра.

С помощью регуляторов P1–P3 частоту мультивибратора можно регулировать и таким образом калибровать прибор. Например, в первом диапазоне (4–199,9 мкГ) для калибровки используются две катушки с известной индуктивностью 15 мкГ и 100 мкГ. После подключения к прибору катушки с индуктивностью 100 мкГ движок подстроечного резистора P1 следует установить в такое положение, при котором на дисплее вольтметра будет отображаться число 100,0. Затем следует подключить катушку с индуктивностью 15 мкГ и перемещением движка триммера P1 добиться индикации числа 15 с точностью 5%. Аналогичным образом с катушками индуктивностью 100 мкГ и 470 мкГ прибор калибруется во втором диапазоне, а с катушками индуктивностью 500 мкГ и 1 мГ – в третьем диапазоне.

Питание прибора осуществляется от сетевого источника питания, который формирует два гальванически разделенных стабилизированных напряжения. Для питания микросхемы IO1 формируется напряжение 12 В, а для питания модуля вольтметра – напряжение 9 В.

Если потребуется измерять параметры катушки, имеющей индуктивность менее 4 мкГ, то необходимо последовательно с исследуемой катушкой подключить катушку с известной индуктивностью 10 мкГ. После окончания измерений от величины, отображенной на дисплее вольтметра, следует вычесть это значение.

Глава 2

Высокочастотные устройства

2.1. FM-радиомикрофон. *Zdeněk Hájek [4]*

Простой радиомикрофон предназначен для передачи аудиосигналов на небольшое расстояние.

Эта конструкция, принципиальная схема которой приведена на рис. 5, имеет минимум деталей и обеспечивает передачу сигнала на дальность в несколько десятков метров даже в зданиях, стены которых выполнены из железобетона. В отличие от других подобных устройств, в предлагаемом радиомикрофоне после микрофона не устанавливается низкочастотный усилительный каскад с варикапом, используемым в качестве модулятора. В данной конструкции частотная модуляция сигнала обеспечивается с помощью изменения рабочей точки транзистора генераторного каскада.

Подбором величин сопротивлений резисторов R1 и R2 рабочая точка транзистора T1 выбрана так, что обеспечивается генерация несущей частоты в пределах 106–107 МГц. Катушка L1 наматывается на сердечнике диаметром 5 мм и содержит 5 витков медного посеребренного или просто луженого провода диаметром 0,8 мм. Длина катушки должна составлять около 8 мм. Вывод антенны припаивается между первым и вторым витками, считая от верхнего края катушки. Выбранная рабочая частота генератора должна находиться в верхней части FM-диапазона. Ее точное значение должно

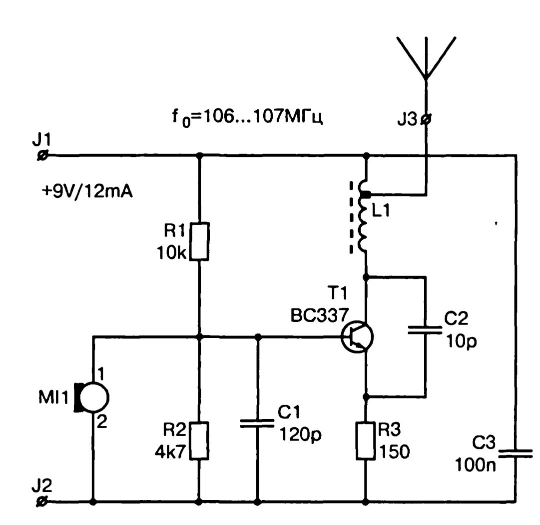


Рис. 5. Принципиальная схема FM-радиомикрофона

устанавливаться вращением сердечника катушки L1. В качестве антенны можно использовать отрезок медного провода диаметром 1 мм и длиной 30 см.

Для питания радиомикрофона можно использовать батарейку или аккумулятор напряжением 9 В. Ток, потребляемый устройством, не превышает 12 мА. Прием сигналов данного радиомикрофона осуществляет любой вещательный радиоприемник, имеющий FM-диапазон.

2.2. Простой радиомикрофон. *Tomáš Flajzar [5]*

Любой желающий сможет по предлагаемой схеме быстро собрать миниатюрный УКВ-передатчик с частотной модуляцией, который можно использовать в качестве радиомикрофона. Для этого потребуются пара транзисторов, нескольких пассивных элементов и немного терпения. Несмотря на простоту данного устройства, его отличают сравнительно высокая чувствительность, стабильные параметры и надежность работы. Дальность действия такого радиомикрофона

составляет 10–100 м и зависит от величины напряжения источника питания.

Радиомикрофон представляет собой обычный радиопередатчик, задающий генератор которого собран на транзисторе T1. Рабочая частота генератора определяется параметрами резонансного контура, состоящего из катушки L1, конденсатора C7 и варикапа D1. На транзисторе T2 собран буферный каскад, обеспечивающий снижение влияния емкости антенны на частоту задающего генератора. Принципиальная схема простого радиомикрофона приведена на рис. 6.

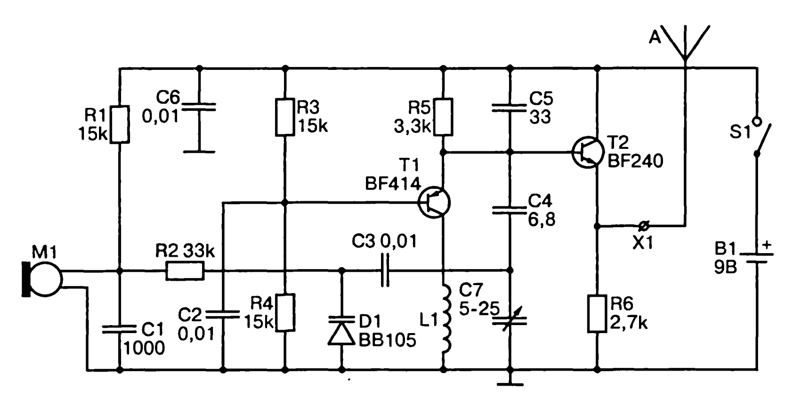


Рис. 6. Принципиальная схема простого радиомикрофона

Акустический сигнал воспринимается электретным микрофоном M1. Затем сигнал звуковой частоты через резистор R2 подается на варикап D1, который включен в цепь резонансного контура задающего генератора. Изменение управляющего напряжения на варикапе D1 приводит к соответствующему изменению его емкости и, как следствие, в небольших пределах меняется резонансная частота контура задающего генератора. Таким образом осуществляется модуляция ВЧ-сигнала радиомикрофона. Далее промодулированный сигнал подается на базу транзистора VT2 и с его эмиттера поступает на антенну.

Основное влияние на значение рабочей частоты задающего генератора оказывают параметры катушки L1 и подстроечного конденсатора C7. Если значение резонансной

частоты контура обозначить как F (МГц), индуктивность катушки L1 как L (мкГ), а емкость конденсатора C7 как C (пФ), то взаимосвязь между этими величинами определяется следующей формулой:

$$F^2 \approx 25\,300 : (LC)$$

Используя приведенное соотношение, можно рассчитать, к примеру, значение индуктивности катушки L1 при использовании подстроечного конденсатора C7 емкостью 5–25 пФ для выбранного диапазона рабочих частот в пределах 66–74 МГц. В этом случае сигналы радиомикрофона можно будет прослушивать на обычном УКВ-радиоприемнике.

Все детали радиомикрофона размещены на односторонней печатной плате размером 50 × 28 мм, изготовленной из фольгированного гетинакса или текстолита. Схема печатной платы и расположение деталей приведены на рис. 7.

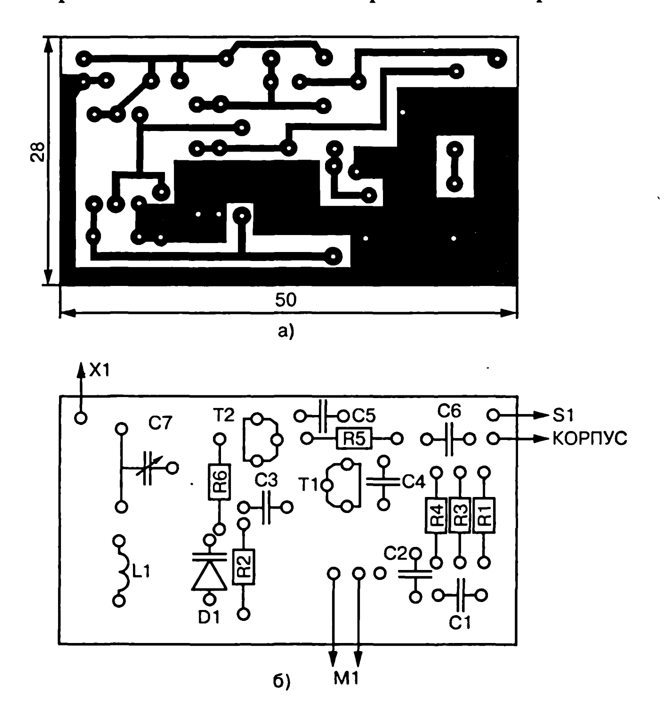


Рис. 7. Печатная плата (а) и расположение элементов (б) простого радиомикрофона

Емкость конденсатора C4 должна составлять 6,8–8,2 пФ, а емкость конденсатора C5 может быть в пределах 22–33 пФ. Сопротивление резисторов R1, R3 и R4 должно составлять 10–15 кОм, резистора R2 – от 22 кОм до 47 кОм, резистора R5 – от 3,3 кОм до 4,7 кОм, а сопротивление резистора R6 может быть 1,5–3,3 кОм. В задающем генераторе радиомикрофона используется p-n-p транзистор типа BF414. При необходимости можно установить транзисторы BF440 или BF441. В буферном каскаде n-p-n транзистор BF240 можно заменить транзистором BF241.

Индуктивность катушки L1, как указывалось ранее, зависит от выбранной рабочей частоты задающего генератора и емкости подстроечного конденсатора C6. После того как параметры катушки L1 будут рассчитаны в соответствии с приведенной выше формулой, ее конструктивные особенности (диаметр, число витков, марка провода и т.п.) можно определить по любой из многочисленных методик, приводимых в специальной литературе. При наличии определенных навыков катушка L1 может быть изготовлена и печатным способом.

Антенну рекомендуется изготовить из отрезка изолированного медного провода длиной около 30 см. При желании можно установить и небольшую телескопическую антенну от малогабаритного переносного радиоприемника, в этом случае разъем X1 обычно не устанавливается.

В качестве источника питания B1 можно использовать, например, батарейку «Крона» или две батарейки типа 3336Л, соединенные последовательно. Применять сетевые преобразователи напряжения в качестве источника питания данной конструкции не рекомендуется, поскольку потребуется принять дополнительные, не всегда оправданные и эффективные меры для фильтрации помех.

Собранный без ошибок в монтаже и из исправных деталей радиомикрофон почти не нуждается в налаживании, за исключением подбора рабочей частоты задающего генератора с помощью подстроечного конденсатора C6.



Самоделки для дома

3.1. Индикатор состояния телефонной линии *[6]*

Во многих квартирах в настоящее время на одну телефонную линию параллельно подключаются два и более телефонных аппарата, а кроме них факс и/или модем. При этом определить, свободна линия или занята кем-либо из членов семьи, можно только после снятия трубки. Предлагаемое простое устройство позволяет визуально определить состояние телефонной линии. Индикатор питается от источника напряжением 1,5 В, который обеспечивает работу схемы в течение не менее одного года.

Принципиальная схема индикатора состояния телефонной линии приведена на рис. 8.

К телефонной линии индикатор подключается через контактную колодку K1. Для того чтобы полярность подключения не влияла на работу устройства, на входе установлен мостик из диодов D1–D4. Влияние индикатора на телефонную линию компенсируется резистором R1, установленным после стабилитрона D5. Первый инвертор IC1A микросхемы 74HC14 включен как буферный каскад. Если на входе этого инвертора будет положительное напряжение, то генератор импульсов, выполненный на инверторе IC1B, будет заблокирован. При изменении напряжения на входе инвертора IC1A

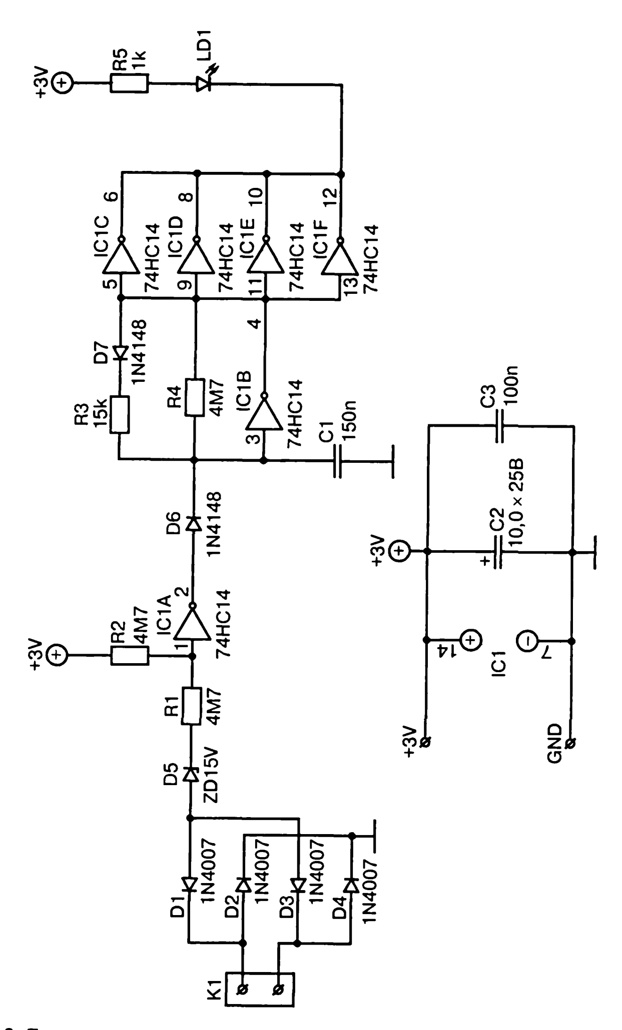
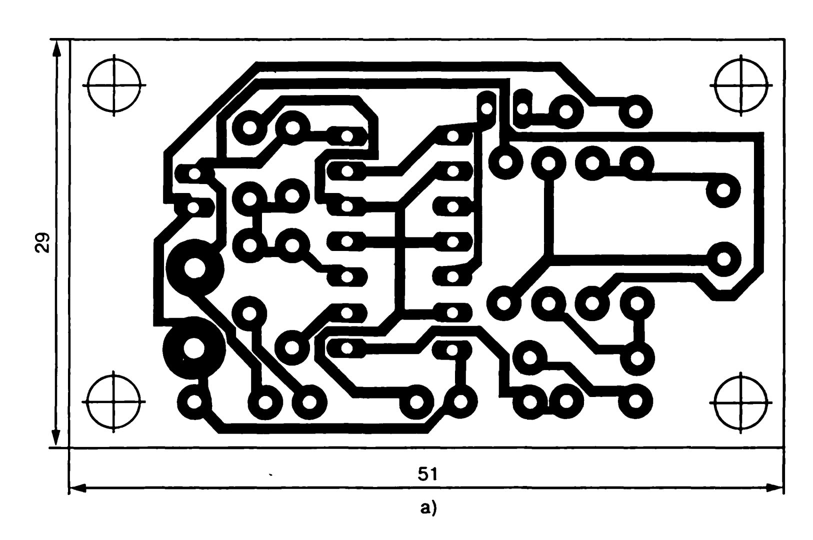


Рис. 8. Принципиальная схема индикатора состояния телефонной линии

с высокого логического уровня на низкий генератор начнет формировать короткие импульсы длительностью 4 мс с частотой 2 Гц. Эти импульсы усиливаются четырьмя параллельно включенными каскадами, выполненными на оставшихся инверторах IC1C–IC1F. К общему выходу усилителей через резистор R5 подключен индикаторный светодиод LD1.



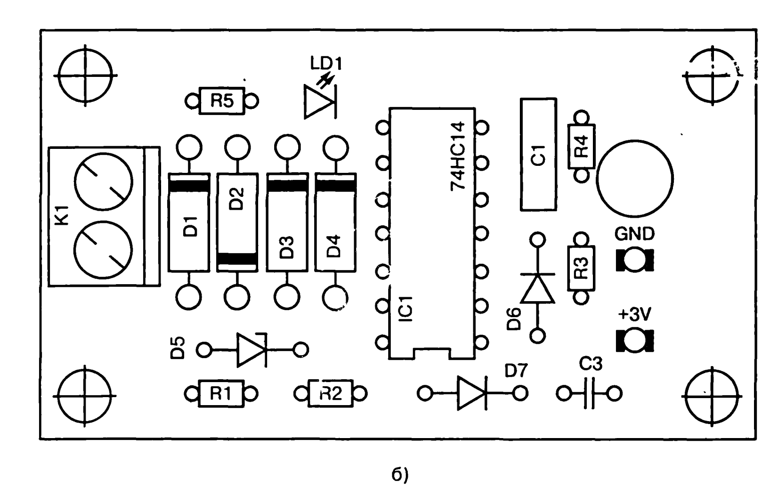


Рис. 9. Печатная плата (а) и расположение элементов (б) индикатора состояния телефонной линии

Пиковый ток светодиода составляет около 15 мА, поэтому общий ток, потребляемый устройством в режиме индикации, не превышает 150 мА. Поэтому даже при постоянном свечении индикатора одна батарея обеспечит работоспособность

устройства в течение не менее 6 месяцев, а при обычной нагрузке – в течение нескольких лет.

Все детали индикатора состояния телефонной линии размещены на печатной плате размером 51 × 29 мм, изготовленной из одностороннего фольгированного гетинакса. Схема печатной платы и расположение элементов на ней приведены на рис. 9.

При использовании исправных деталей и правильном монтаже индикатор не требует дополнительной регулировки и готов к работе сразу после подключения источника питания. В процессе эксплуатации мигание светодиода сигнализирует о том, что телефонная линия занята.

3.2. Индикатор уровня жидкости [7]

Для индикации уровня жидкости можно использовать очень простое устройство, принципиальная схема которого приведена на рис. 10. Этот индикатор сигнализирует о достижении жидкостью определенного максимального или минимального допустимого уровня. Естественно, контролируемая жидкость должна обладать хотя бы частичной проводимостью.

Работа устройства основана на классическом принципе измерения уровня датчиком, сопротивление которого изменяется при изменении уровня жидкости. При этом предполагается, что величина сопротивления сухого датчика значительно выше, чем датчика, находящегося в жидкости. Основу индикатора составляют три BiMOS операционных усилителя, входящих в состав микросхемы CA3410. На неинвертирующие входы компараторов IC1A и IC1B подается положительное напряжение величиной примерно 0,5 В. Если оба датчика не погружены в жидкость, то сопротивление между контактами каждого из них будет значительно превышать 12 МОм – величину сопротивления каждого из резисторов R2 и R4, включенных в цепи обратной связи соответствующих каскадов. При этом на выходах компараторов будут сигналы низкого логического уровня.

Если один из сенсоров погрузить в жидкость, то его сопротивление понизится, что приведет к формированию на

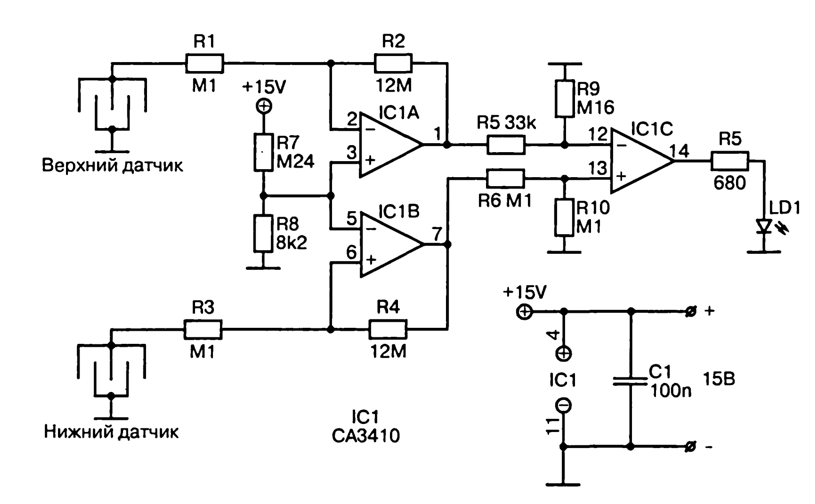


Рис. 10. Принципиальная схема индикатора уровня жидкости

выходе соответствующего компаратора сигнала высокого логического уровня. В том случае, если в жидкость будет погружен только нижний сенсор, на выходе компаратора IC1B будет сигнал высокого логического уровня, а на выходе IC1A – сигнал низкого логического уровня. При этом на выходе компаратора IC1C будет сформирован сигнал низкого логического уровня, и светодиод LD1 светиться не будет. При изменении уровня жидкости выше верхнего или ниже нижнего предела на выходе компаратора IC1C будет сформирован сигнал высокого логического уровня, и светодиод LD1 начнет светиться.

С учетом того, что в дежурном режиме индикатор потребляет весьма незначительный ток, для его питания можно использовать две включенные параллельно батарейки типа «Крона».



Охранные системы для автомобиля

4.1. Простое противоугонное устройство. *Vojtéch Voráček [8]*

При разработке предлагаемой конструкции перед автором стояла задача создать противоугонное устройство, которое заменило бы обыкновенный выключатель, который многие автолюбители часто устанавливают в цепи запуска двигателя. Одним из условий была автоматическая активация этого прибора после выхода водителя из машины, что просто необходимо для тех автолюбителей, которые обычную сигнализацию включить просто забывают. В то же время деактивация данного противоугонного устройства должна быть как можно более простой для владельца, но не для злоумышленника. Именно поэтому в дословном переводе названия соответствующей статьи указывается, что эта сигнализация предназначена для автомобилей, которыми управляют представительницы прекрасной половины человечества. Одним из условий являлось и то, чтобы цена этого устройства не превышала 1% от цены охраняемого автомобиля. Не секрет, что цены некоторых противоугонных устройств довольно часто сопоставимы с ценами самих автомобилей. В то же время принцип действия таких сигнализаций не является оригинальным и заключается в размыкании одной или нескольких цепей в электропроводке.

В результате десятиминутных размышлений и одного часа работы появилось простое устройство, принципиальная схема которого приведена на рис. 11.

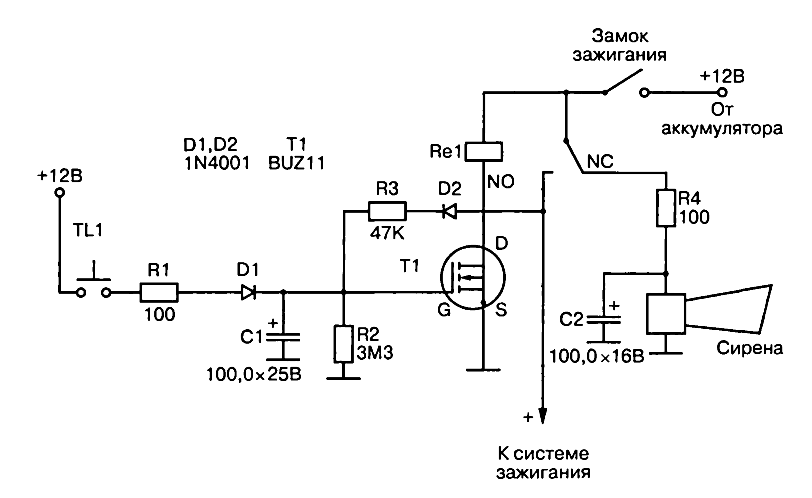


Рис. 11. Принципиальная схема простого противоугонного устройства

Главным элементом предлагаемой конструкции является транзистор T1, выполненный по технологии MOSFET, который обеспечивает переключение контактов реле Re1. Через контакты реле обеспечивается замыкание цепи зажигания бензиновых двигателей или разблокирование системы подачи топлива в дизельных двигателях.

Данное устройство в автомобиле устанавливается в разрыв цепи +12 В после замка зажигания. В обычном режиме напряжение +12 В на противоугонный блок не подается, при этом конденсатор C1 разряжен через резистор R2, транзистор T1 заперт, контакты реле замкнуты в положении NC, а цепь зажигания разомкнута. При посадке в автомобиль водитель в первую очередь должен кратковременно нажать кнопку TL1, которую можно установить в любом удобном месте. Положительное напряжение на резистор R1 можно подавать от цепи какого-либо потребителя, например от аварийной сигнализации и т.п. В качестве кнопки можно использовать геркон, управляемый обычным магнитом. В этой цепи можно использовать две

последовательно включенные и расположенные в разных местах кнопки, которые следует нажимать одновременно.

При нажатой кнопке TL1 положительное напряжение +12 В через резистор R1 и диод D1 подается на конденсатор C1. В результате конденсатор C1 заряжается, транзистор T1 отпирается, контакты реле замыкаются в положении NO, а цепь зажигания замыкается. После этого можно произвести запуск двигателя. В процессе работы двигателя транзистор T1 удерживается в открытом состоянии за счет положительного напряжения, подаваемого на вывод G через диод D2 и резистор R3. Поэтому цепь запуска всегда находится в замкнутом положении. Во время коротких остановок и в тех ситуациях, когда двигатель неожиданно заглохнет на время, определяемое константой R2/C1, система запуска остается работоспособной, и поэтому повторная деактивация противоугонного устройства не требуется.

После выключения зажигания и остановки двигателя конденсатор C1 начинает медленно разряжаться через резистор R2. Примерно за 5 минут напряжение на выводе G транзистора T1 уменьшится до значения, при котором этот транзистор закроется (примерно 3 В). В результате контакты реле замкнутся в положении NC, а цепь зажигания будет разомкнута. При необходимости время, после которого произойдет автоматическая активация противоугонного устройства, можно подобрать изменением величин сопротивления резистора R2 и емкости конденсатора C1.

Данную схему можно дополнить простой пьезоэлектрической сиреной S1, которая будет служить источником звукового сигнала при попытке запустить двигатель без деактивации противоугонного устройства. Для этого достаточно подключить ее к контакту NC реле Re1. При попытке запуска двигателя с активированным противоугонным устройством эта сирена кратковременно сработает. Режим работы сирены определяется параметрами элементов интегрирующей цепочки C2R1.

Предлагаемую конструкцию можно выполнить либо на простой печатной плате, либо навесным монтажом на плате из изоляционного материала. При этом размеры платы

определяются габаритами применяемого реле, обмотка которого должна быть рассчитана на рабочее напряжение 12 В, а контакты – на ток не менее 6 А. Для этой цели можно использовать обычные автомобильные реле, которые можно приобрести в любом автомагазине. Наличие контакта NC обеспечит возможность подключения сирены. Остальные элементы также не относятся к разряду дефицитных. В качестве транзистора T1 можно использовать любой транзистор MOSFET N-проводимости, рассчитанный на ток 6 А и более (чтобы не возникала необходимость применения радиатора при токе реле до 200 мА) и напряжение более чем 30 В, например широко применяемый транзистор BUZ11.

Поскольку предлагаемое противоугонное устройство является очень простым, то при использовании исправных элементов и отсутствии ошибок при монтаже оно готово к работе и не требует дополнительных регулировок. При желании можно уточнить временную константу автоматической активации изменением емкости конденсатора (30–470 мкФ) или величины сопротивления резистора R2 (1–10 МОм).

4.2. Простая автосигнализация *[9]*

На рис. 12 приведена принципиальная схема простой автомобильной сигнализации, выполненной всего на двух микросхемах.

После включения сигнализации выключателем S1 активируется таймер переходного режима, выполненного на микросхеме IC1 (LM3905). Временная константа этого таймера определяется параметрами элементов P1 и C1 и может устанавливаться в пределах от 0 до 50 секунд. Этого времени должно быть достаточно для выхода водителя из автомобиля и активации соответствующих датчиков. В качестве датчиков могут быть использованы, например, контактные замыкатели в дверцах, ультразвуковые датчики, а также другие сенсоры, которые на схеме обозначены как выключатели S2–S6. При этом указанные датчики могут работать как на замыкание на корпус (S2–S4), так и на замыкание цепи 12 В. Количество сенсоров практически неограниченно.

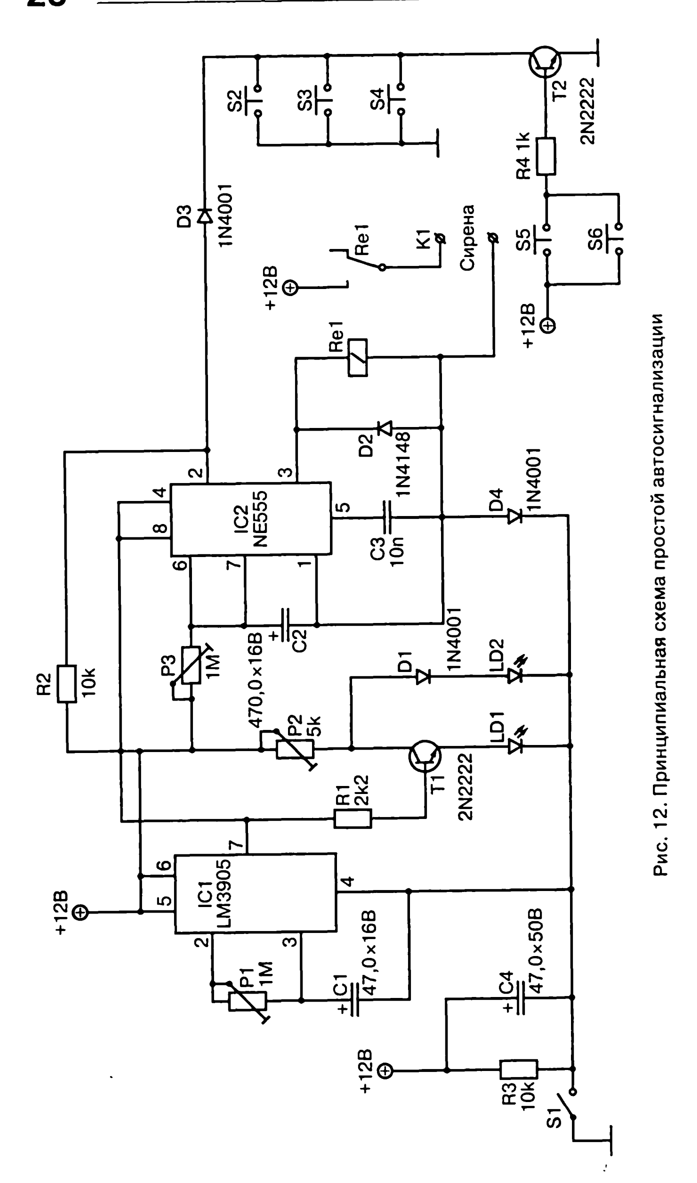


Рис. 12. Принципиальная схема простой автосигнализации

В период времени от включения сигнализации до ее активации светится зеленый светодиод LD1. При этом на выводы 4 и 8 микросхемы IC2 (NE555) подается напряжение низкого логического уровня, формируемое на выводе 7 микросхемы IC1, что обеспечивает блокировку сигнализации. По окончании указанного периода на выводе 7 микросхемы IC1 формируется напряжение высокого логического уровня, красный светодиод LD2 начнет светиться, свидетельствуя об активации сигнализации.

При попытке проникнуть в автомобиль один из датчиков S2–S6 будет активирован, вывод 2 микросхемы IC2 окажется подключенным к «массе», что приведет к запуску второго таймера, выполненного на этой микросхеме. На выводе 3 формируется напряжение высокого логического уровня, реле RE1 срабатывает, и через его контакты питающее напряжение подается на сирену. Время работы сирены определяется параметрами элементов P3 и C2. На практике рекомендуется устанавливать время подачи тревожного сигнала около одной минуты, после чего сигнализация вновь переходит в дежурный режим.

Триммером P2 устанавливается рабочий ток светодиодов. Красный светодиод LD2 должен светиться в то время, когда транзистор T1 открыт, а сигнализация находится в дежурном режиме. Вместо транзисторов типа 2N2222 можно использовать транзисторы BC635.

4.3. Имитатор охранного устройства с индикатором бортового напряжения. *Daniel Kalivoda [10]*

В последнее время на страницах специализированных изданий неоднократно публиковались описания всевозможных конструкций имитаторов автомобильных охранных устройств различной степени сложности – от простейших мигающих светодиодов до устройств, выполненных на микросхемах. Автор

придерживается мнения, что любая конструкция должна не только надежно обеспечивать возложенные на нее функции (в данном случае мигание светодиода), но также быть простой и дешевой. Для радиолюбительской конструкции данные требования актуальны вдвойне. С учетом изложенного был разработан простой имитатор охранной сигнализации, который в дополнение к основной функции обеспечивает приблизительную индикацию величины напряжения аккумулятора. Время изготовления данного устройства не превышает двух часов, а стоимость использованных деталей не превышает стоимости одного мигающего светодиода. Принципиальная схема имитатора охранного устройства приведена на рис. 13.

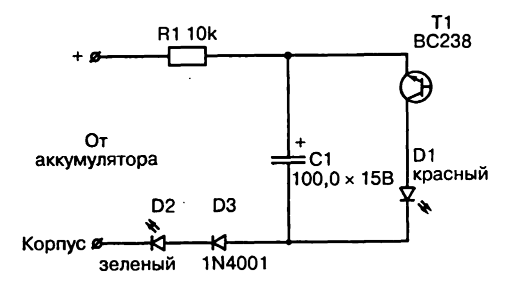


Рис. 13. Принципиальная схема имитатора охранного устройства с индикатором бортового напряжения

Из схемы видно, что в данном случае речь идет о хорошо известном релаксационном генераторе с транзистором, работающим в режиме лавинного пробоя. При подключении устройства к источнику питания конденсатор C1 заряжается через диоды D2, D3 и резистор R1. Когда напряжение на конденсаторе C1 достигнет величины, равной сумме напряжения лавинного пробоя транзистора T1 и напряжения $U_{АК}$ диода D1 (около 10–11 В), транзистор откроется. В результате конденсатор C1 разрядится через переход транзистора T1 и красный светодиод D1. Диод D1 в течение некоторого времени будет светиться, после чего конденсатор C1 вновь начнет заряжаться. Частота мигания зависит от величины напряжения аккумулятора и значений емкости конденсатора C1 и сопротивления резистора R1. Изменением параметров элементов C1 и R1 частоту мигания светодиода D1 можно изменять в широких пределах. На диодах D2 и D3 формируется определенное падение напряжения, которое обеспечивает прекращение функционирования схемы при снижении напряжения аккумулятора менее определенного значения.

На практике при напряжении аккумулятора более 12,5 В светодиод D1 мигает примерно два раза в секунду, при напряжении 12 В – один раз в секунду, при напряжении 11,5 В – один раз в две секунды. При понижении напряжения до 11,3–11,4 В мигание светодиода прекратится. Таким образом по частоте мигания светодиода D1 владелец автомобиля может судить о напряжении аккумулятора.

Изготовление предлагаемого имитатора не требует дефицитных деталей. Для настройки данной конструкции достаточно подключить ее к регулируемому источнику напряжения и подбором величины сопротивления резистора R1 установить частоту мигания светодиода D1 в пределах 1–2 Гц. Затем необходимо уменьшить напряжение примерно до значения 11,5 В и подобрать диоды D2 и D3 разных типов с таким суммарным падением напряжения на них, при котором диод D1 перестанет светиться. Это могут быть любые диоды, например, от диодов Шоттки с падением напряжения 0,3–0,4 В и кремниевых диодов (0,6–0,7 В) до светодиодов разных цветов (1,1–3,6 В).

Все детали располагаются на небольшой плате размерами 10 × 20 мм. В автомобиле имитатор можно подключить, например, параллельно соответствующим контактам замка зажигания, обращая особое внимание на соблюдение полярности. Ток, потребляемый данным устройством, так мал, что не стоит о нем говорить. Данный имитатор-индикатор с успехом можно использовать совместно с охранным устройством, описанным в разделе [9].

Глава 5

Низкочастотная техника

5.1. Универсальный предварительный УНЧ с двумя входами. *Pavel Meca [11]*

При эксплуатации звуковоспроизводящей аппаратуры часто возникает необходимость подключения к усилителю двух источников низкочастотного сигнала или же требуется простой предварительный усилитель НЧ. И в том и в другом случае можно собрать простую конструкцию, описанную ниже. Принципиальная схема простого предварительного усилителя низкой частоты с двумя входами приведена на рис. 14.

В предлагаемой конструкции используются включенные по стандартной схеме неинвертируемые операционные усилители, входящие в состав микросхемы NE5532. Коэффициент усиления определяется соотношением резисторов R3 и R2, а также R7 и R6. Для линейного входа коэффициент усиления составляет примерно 8, а для микрофонного входа – около 100. При использовании обоих входов данного усилителя в качестве линейных можно было бы использовать микросхему TL072. При необходимости микрофонный и линейный входы можно менять местами. Для питания микросхемы используется двуполярный источник питания с напряжением не менее 2 × 10 В и не более 2 × 18 В. На выходах каналов установлены регуляторы P1 и P2, а также резисторы R4 и R8,

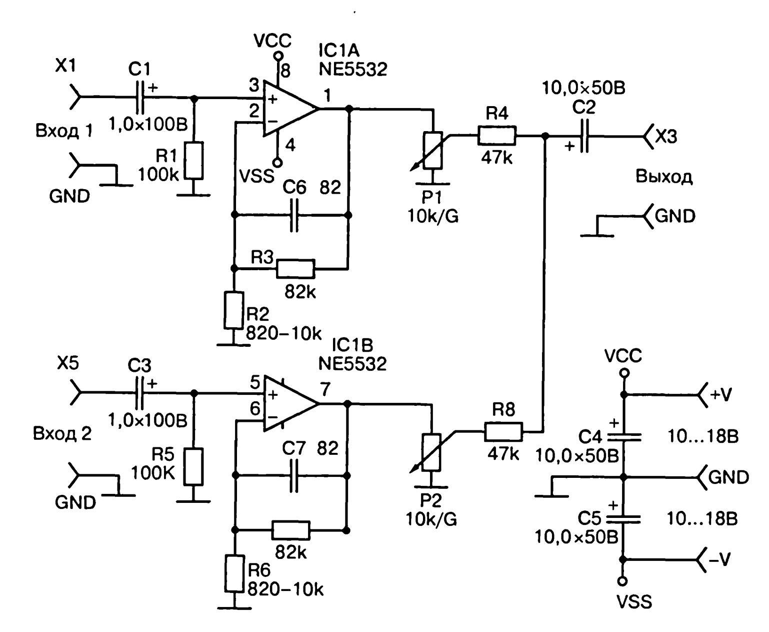


Рис. 14. Принципиальная схема простого предварительного усилителя НЧ с двумя входами

обеспечивающие исключение взаимного влияния каскадов. При необходимости использования большего количества входов можно изготовить несколько аналогичных конструкций.

На каждом из входов используются разъемы JACK 6,3, которые непосредственно впаиваются на печатную плату. Если к одному из входов не подключен источник входного сигнала, то соответствующий контакт замыкается на корпус, при этом понижается уровень шумов от неиспользуемого канала. Регулировочные потенциометры также устанавливаются на печатную плату, чем обеспечивается компактность конструкции.

5.2. Предварительный усилитель для динамического микрофона. *Daniel Kalivoda [12]*

Для подключения динамического микрофона к звуковоспроизводящей аппаратуре можно использовать простой

предварительный усилитель, принципиальная схема которого приведена на рис. 15.

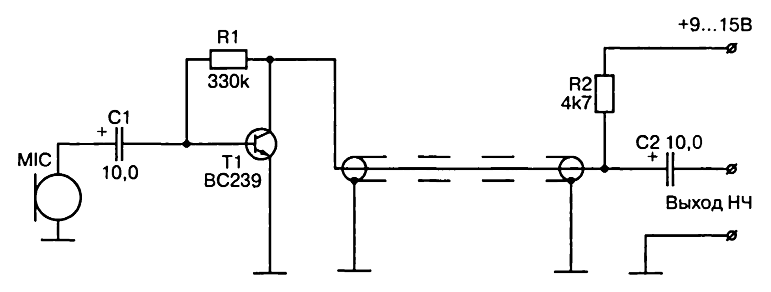


Рис. 15. Принципиальная схема предварительного усилителя для динамического микрофона

Коэффициент усиления данной конструкции, выполненной на транзисторе T1, составляет более 10. Этот транзистор вместе с резистором R1 и разделительным конденсатором C1 размещаются непосредственно в корпусе микрофона. Рабочий ток транзистора T1 выбран равным примерно 0,7 мА, чем обеспечивается компромисс между минимальным уровнем шумов и динамическим диапазоном сигнала. Нагрузочный резистор R2 впаивается на другом конце кабеля, используемого для подключения микрофона к усилителю низкой частоты. Напряжение питания величиной от 9 до 15 В можно подавать от цепи питания предварительного усилителя этого УНЧ. Необходимо отметить, что питающее напряжение предварительного усилителя динамического микрофона должно быть хорошо стабилизировано, при необходимости можно использовать и батарейку, которая при токе 1 мА, потребляемом данным устройством, может обеспечить до 100 часов его непрерывной работы. Регулировка предварительного усилителя заключается в установке на резисторе R2 напряжения около 3 В с помощью подбора величины сопротивления резистора R1. Подбором величин резисторов R1 и R2 можно установить рабочую точку транзистора T1, если будет применен транзистор другого типа.

5.3. Миниатюрный стереофонический усилитель 2 × 4 Вт *[13]*

Предлагаемый усилитель можно использовать для дополнительного усиления выходного низкочастотного сигнала маломощных устройств, питающихся от батарей, например вещательных приемников или кассетных проигрывателей. Усилитель отличают малые размеры и простая схема при сравнительно высоких параметрах. Принципиальная схема миниатюрного стереофонического усилителя приведена на рис. 16.

Основу конструкции составляет каскад, выполненный на микросхеме IO1 типа KA2206, который дополнен несколькими конденсаторами. Микросхема IO1 обеспечивает выходную мощность в каждом канале усилителя до 4 Вт при сопротивлении нагрузки 4 Ом. Переключателем S1 можно изменить конфигурацию усилителя, превратив его из стереофонического усилителя в мостовой монофонический усилитель, который обеспечивает выходную мощность в каждом канале усилителя до 8 Вт при сопротивлении нагрузки 8 Ом.

Номинальное напряжение миниатюрного усилителя составляет 9 В, однако конструкция надежно функционирует при изменении напряжения от 4 В до 11 В. Потребляемый ток зависит от выходной мощности усилителя и может достигать 3 А.

Детали миниатюрного усилителя размещены на плате размером 56 × 31 мм, выполненной из одностороннего фольгированного текстолита или гетинакса. Металлический радиатор, на котором размещается микросхема, должен быть соединен с корпусом. При желании микросхему KA2206 можно заменить на микросхему TA2025B.

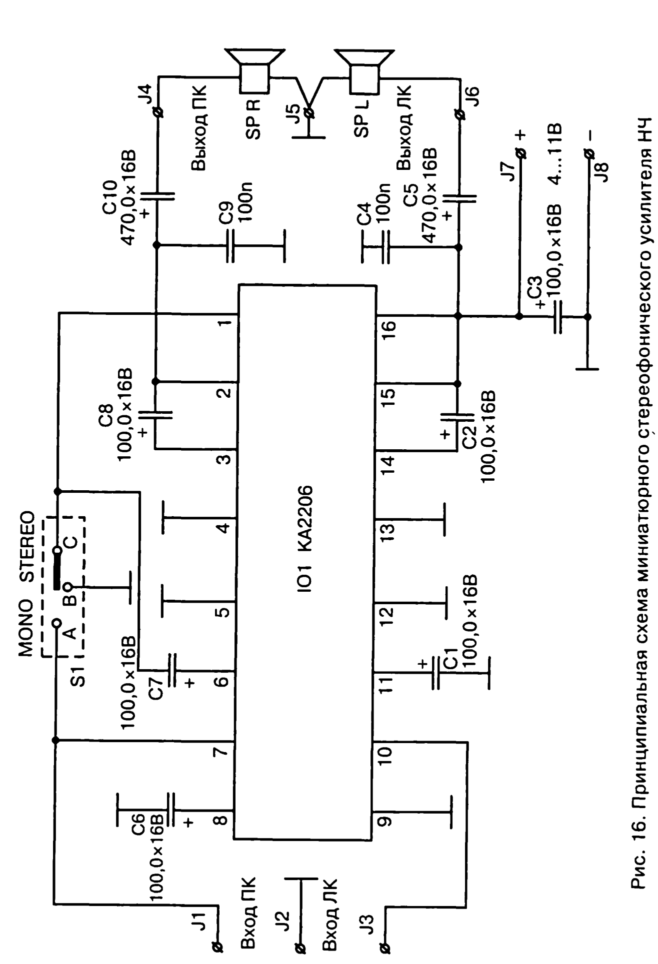


Рис. 16. Принципиальная схема миниатюрного стереофонического усилителя НЧ

Глава 6

Электронные игрушки

6.1. Электронный пес. *Pavel Meca [14]*

На рис. 17 приведена принципиальная схема генератора звукового сигнала, который воспроизводит лай собаки.

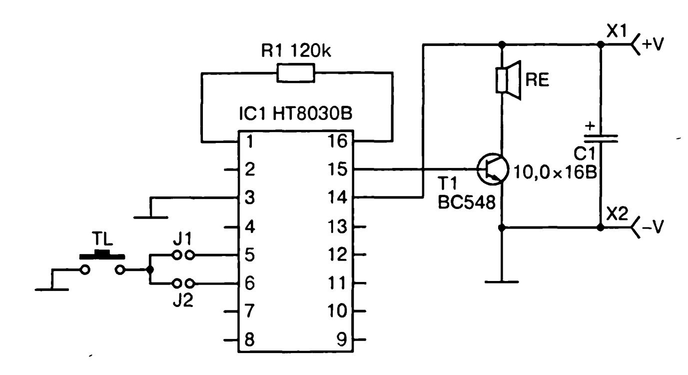


Рис. 17. Принципиальная схема генератора, имитирующего лай собаки

Основу данной конструкции составляет микросхема HT8030B от фирмы HOLTEK, изготовленная по технологии CMOS. Питание генератора осуществляется от источника напряжения величиной от 2,5 В до 5 В. Поскольку ток покоя, потребляемый устройством, не превышает 1 мкА, его можно не выключать. В памяти микросхемы записан реальный звук лая собаки в качестве PCM-образца. Этот сигнал преобразован

8-битовым D/A преобразователем в аналоговый сигнал, который усиливается транзистором T1 и подается на репродуктор. Величина сопротивления резистора R1 определяет частоту внутреннего генератора, что позволяет изменять скорость воспроизведения и звуковой оттенок фонограммы. Пусковая кнопка замыкает на корпус один из выводов микросхемы IO1, выбираемых с помощью перемычек J1 и J2. При установке перемычки J1 будет воспроизводиться один цикл лая, а при установке перемычки J2 лай будет повторяться два раза. Если кнопку TL нажать и не отпускать, звуковой сигнал будет повторяться непрерывно.

Для установки микросхемы используется панелька типа DIL16, конденсатор C1 на плате установлен в «лежачем» положении. В качестве репродуктора RE следует использовать громкоговоритель с диаметром диффузора не менее 5 см, поскольку с меньшими размерами динамика звук становится нереальным. Транзистор типа BC548 можно заменить транзистором типа KC238. Сопротивление резистора R1 может изменяться в пределах от 100 КОм до 120 КОм. Активация генератора осуществляется как с помощью кнопки TL, так и от внешнего источника управляющего сигнала.

6.2. Игрушка-пищалка *[15]*

Предлагаемая игрушка-пищалка представляет собой маленькую коробочку, которая с периодичностью примерно в 90 секунд выдает короткий звуковой сигнал, похожий на писк грызунов, например мышей. Если такую игрушку разместить в укромном месте, например в одной из комнат квартиры или в офисе, то можно будет наблюдать реакцию членов семьи или коллег по работе на появление таких сигналов в самый неожиданный момент. Принципиальная схема игрушки-пищалки приведена на рис. 18.,

Основу данного устройства составляют два генератора, выполненных на каскадах одной микросхемы типа LM393 (IO1). Первый генератор (IO1B) обеспечивает необходимый

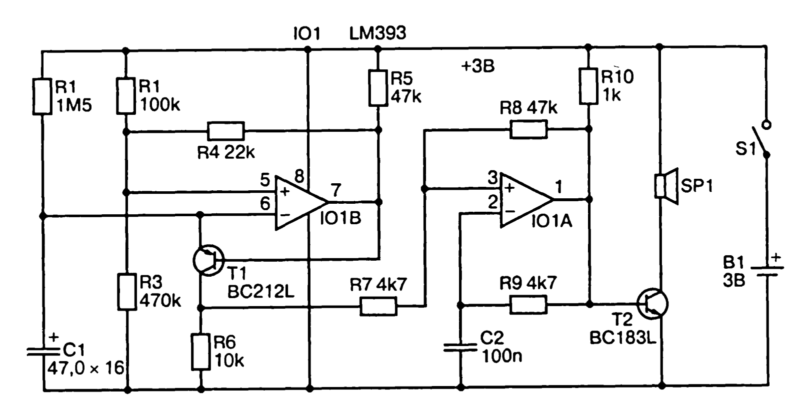


Рис. 18. Принципиальная схема игрушки-пищалки

период повторов и длительность звукового сигнала. Период повторения сигнала определяется временем, необходимым для зарядки конденсатора C1 через резистор R1. Длительность звукового сигнала зависит от времени, необходимого для разрядки конденсатора C1 через открытый транзистор T1 и резистор R6 после переключения элемента IO1B.

В процессе разрядки конденсатора C1 через открытый транзистор T1 происходит активация второго генератора, выполненного на каскаде IO1A, который генерирует сигнал звуковой частоты. Высота тона этого сигнала определяется параметрами конденсатора C2 и резистора R9. Звуковой сигнал излучается электродинамическим репродуктором SP1, имеющим сопротивление 8 Ом. Питание устройства осуществляется от двух пальчиковых батареек общим напряжением 3 В, потребляемый ток – около 3 мА. Для достижения минимальных размеров устройства его можно питать от литиевого элемента напряжением 3 В. Однако при этом необходимо снизить потребляемый ток, заменив репродуктор SP1 на пьезоэлемент и одновременно увеличив величину сопротивления резистора R10 до 100 КОм. Транзисторы T1 и T2 можно заменить любыми широко распространенными универсальными транзисторами соответственно прямой и обратной проводимости.

Приложение

Классификация и виды металлоискателей. *Адаменко М. [16]*

С первыми упоминаниями о радиоэлектронных приборах, специально разработанных для обнаружения металлических предметов, расположенных на небольшой глубине под поверхностью земли, автор столкнулся при изучении материалов о ходе боевых действий в начальный период для многих неизвестной войны между Советским Союзом и Финляндией в 1939 году. Именно тогда при проведении наступательных операций Красная Армия столкнулась с довольно обширными и практически непроходимыми минными полями не только на равнинных пространствах, но и в карельских лесах.

Спустя несколько дней после начала войны группа инженеров получила государственный заказ на разработку специального прибора, с помощью которого можно было бы обнаруживать мины под небольшим слоем земли или снега. Следует отметить, что срок исполнения заказа был весьма ограничен. Однако по утвердившейся в те годы традиции заказ был выполнен досрочно и с высоким качеством. По некоторым данным, от момента начала работ до первых удачных испытаний образца, предназначенного для серийного производства, прошло всего три недели. Этот прибор и был первым известным автору металлоискателем. Правда, тогда он имел более конкретное название – миноискатель.

К сожалению, имена специалистов, создавших первый отечественный металлоискатель, автору уточнить не представилось возможным. Тем не менее значение их научного и трудового подвига от этого не становится менее важным.

С тех пор прошло много лет. В настоящее время на вооружении всех армий мира можно встретить самые разнообразные миноискатели. Глобальные изменения претерпела элементная база, значительно пополнилась копилка теоретических изысканий, свой вклад в развитие металлоискателей внесла и практика их повседневного использования.

Без преувеличения можно утверждать, что устройства, с помощью которых можно относительно легко и быстро обнаружить металлические предметы в различных средах (почва, вода, бетон, дерево, снег и т.п.) в сравнительно широком диапазоне глубины залегания (от нескольких миллиметров до нескольких метров), всегда были и будут востребованы не только профессионалами. В данном контексте под профессионалами автор имеет в виду не только представителей силовых структур, но и строителей, работников коммунальных служб, а также представителей других профессий, которым металлоискатели (металлодетекторы) просто необходимы в повседневной деятельности. Такие приборы стали неотъемлемой частью экипировки и любого уважающего себя кладоискателя. Особо следует отметить, что использование металлоискателей участниками поисковых отрядов значительно облегчает выполнение их благородной миссии на полях былых сражений.

Как всегда, спрос рождает предложение. Поэтому на прилавках специализированных магазинов выбор всевозможных металлоискателей также практически неограничен. Помимо этого, все желающие могут собрать такое устройство самостоятельно, воспользовавшись рекомендациями, которые можно найти в специализированных изданиях.

П. 1. Классификация металлоискателей

Классификация современных металлоискателей, иногда называемых детекторами металлических предметов или металлодетекторами, обычно проводится с использованием нескольких основополагающих критериев.

В зависимости от сложности и функциональных возможностей металлоискатели можно условно разделить на простые,

полупрофессиональные и профессиональные. В современной литературе чаще всего можно встретить описания простых или любительских конструкций, изредка – полупрофессиональных. С описанием некоторых профессиональных приборов, принципами их построения, а также с различными методиками проведения поисковых работ можно ознакомиться пока лишь в зарубежных изданиях.

Помимо этого в зарубежной литературе, к примеру, часто можно встретиться с классификацией электронных детекторов металлических предметов, основанной на оценке используемого сигнала. В зависимости от того, какой сигнал формируется и обрабатывается в конкретном устройстве, металлоискатели условно подразделяются на несколько категорий.

В первую категорию входят приборы, работающие с непрерывным (аналоговым) сигналом в резонансном или частотном режиме. В большинстве встречавшихся автору конструкций этот сигнал имел синусоидальную форму. Иногда такие устройства называют металлодетекторами группы FD (Frequency Domain).

Ко второй категории отнесены приборы, использующие импульсный сигнал с последующей оценкой изменения его параметров во времени. Такие детекторы металлических предметов иногда называют устройствами группы TD (Time Domain).

В отдельную категорию можно выделить различные магнитометры. В основу этих металлодетекторов положен принцип измерения изменений магнитного поля под влиянием металлических предметов. К сожалению, подробное рассмотрение принципов построения и особенностей конструкции магнитометров выходит за рамки настоящего издания.

Помимо этого существует весьма обширная категория так называемых устройств специального назначения. Приборы, входящие в эту группу, было бы правильно называть не детекторами металлических предметов, а просто детекторами предметов, поскольку в таких устройствах анализируются аномалии электромагнитного поля Земли, вызванные любым находящимся в почве предметом, в том числе

и неметаллическим. Появление и дальнейшее бурное развитие таких приборов было обусловлено использованием на различных театрах военных действий пластиковых (бескорпусных) мин. Следует признать, что упомянутые устройства специального назначения достаточно сложны и дороги. Поэтому подробное рассмотрение принципов построения и особенностей конструкции таких приборов также выходит за рамки настоящего издания.

Необходимо отметить, что в некоторых источниках можно встретить классификацию металлодетекторов, проводимую на основе оценки диапазона частот, в котором работает данное устройство. Так, например, приборы, обозначаемые сокращением VLF (Very Low Frequency), работают в диапазоне частот от 3 кГц до 30 кГц. Устройства, использующие частоты от 30 кГц до 300 кГц, обозначаются сокращением LF (Low Frequency). Для детекторов, работающих на частотах от 300 кГц до 3 МГц, применяют сокращение MF (Medium Frequency), а для приборов с рабочей частотой в диапазоне от 3 МГц до 30 МГц – сокращение HF (High Frequency).

Существуют и другие системы классификации детекторов металлических предметов. Однако при рассмотрении отдельных конструкций в предлагаемой книге автор старался придерживаться приведенных выше критериев.

Металлоискатели категории FD

Большинство известных автору конструкций металлоискателей принадлежат к приборам категории FD (Frequency Domain) и используют принцип оценки изменения электрического поля под влиянием металлического предмета. Общим признаком таких устройств является активная катушка, формирующая электрическое поле. Тем не менее из этого правила существует и исключение – детекторы металлических предметов, работающие по принципу «передача–прием». В них используются две катушки: передающая и приемная.

Отдельные конструкции металлодетекторов группы FD отличаются способом анализа изменения параметров поля под влиянием близко расположенных металлических предметов, а также критериями оценки этих изменений.

Среди приборов категории FD наиболее распространенными благодаря простоте схемотехнических решений являются детекторы металлических предметов, в основу которых положен принцип измерения частоты биений, возникающих при сложении двух близких по частоте сигналов. В специализированной литературе такие устройства часто называют металлоискателями BFO (Beat Frequency Oscillator). Необходимо признать, что при поиске металлов со слабыми ферромагнитными свойствами, таких, как, например, медь, олово или серебро, металлоискатели BFO обладают меньшей чувствительностью по сравнению с приборами, работа которых основана на других принципах.

Металлодетекторы, в которых используется принцип измерения девиации частоты опорного генератора под влиянием металлических предметов, попавших в зону действия поисковой катушки, можно выделить в группу устройств, называемых металлоискателями на основе частотомера. В специализированной литературе такие приборы иногда обозначают сокращением FM (Frequency Meter). Можно утверждать, что в настоящее время, в связи с развитием элементной базы, устройства такого типа переживают второе рождение.

В специальной литературе можно встретить схемы детекторов металлических предметов, в основу которых положен так называемый внерезонансный, или околорезонансный, принцип. В этих устройствах изменение частоты и амплитуды измерительного генератора анализируется с помощью фильтра, настроенного на околорезонансную частоту, то есть на спаде его характеристики. Такие приборы иногда обозначают сокращением OR (Off Resonance).

Отдельную группу составляют мостовые детекторы металлических предметов. Особенность схемы таких приборов состоит в том, что измерительная (поисковая) катушка включается в одно из плеч измерительного моста (на резонансной или околорезонансной частоте). При этом оценивается изменение напряжения на диагонали реактивного сопротивления.

В последнее время значительно повысился интерес к детекторам металлических предметов, функционирование

которых основано на так называемом принципе «передача–прием». Следует учесть, что в широком смысле этого словосочетания к металлоискателям, использующим принцип «передача–прием», относятся не только устройства, работающие с непрерывным сигналом (категории FD), но и приборы, использующие импульсный сигнал (категории TD). Главное различие этих двух групп металлодетекторов заключается не только в форме используемого сигнала. Устройства, работающие с синусоидальным сигналом, оснащены двумя катушками – передающей и приемной. При этом система катушек сбалансирована до нулевой взаимной индукции. Поэтому часто такие приборы называют балансными металлодетекторами. В зарубежной литературе такие металлоискатели обычно обозначают сокращением TR-IB (Transmitter Receiver – Induction Balance) или просто TR. В устройствах типа TR-IB в процессе поиска на принимающую катушку поступает сигнал, инициированный вихревыми токами, возникающими в металлическом предмете под воздействием передающего сигнала. Анализ параметров принятого сигнала (к примеру, амплитуда и сдвиг фазы) и является источником информации о наличии и особенностях металлических предметов, обнаруженных в зоне работы прибора.

Существуют и другие группы металлоискателей категории FD. Однако ограниченный объем данного издания не позволяет подробно рассмотреть принципы их функционирования. С особенностями построения и работы таких устройств можно ознакомиться в специализированной литературе.

Металлоискатели категории TD

Среди детекторов металлических предметов, использующих импульсный сигнал с последующей оценкой его изменения во времени и принадлежащих к сравнительно новой категории TD (Time Domain), также можно выделить несколько базовых групп.

К первой группе относятся так называемые радиолокационные металлоискатели. В таких устройствах оцениваются параметры микроволнового сигнала, отраженного от

металлического предмета. При этом амплитуда отраженного сигнала зависит не только от размеров предмета, но и от проводимости материала. Помимо амплитуды анализируется и задержка отраженного сигнала, несущая информацию о глубине залегания металлического предмета.

Вторую группу металлодетекторов категории TD составляют устройства, в которых в качестве излучаемого сигнала также используется импульсный сигнал. Однако длительность этих импульсов значительно больше, чем в радиолокационных металлоискателях. При этом обеспечивается возбуждение в металлическом предмете вихревых токов, информация о которых анализируется в соответствующих каскадах. Такие приборы иногда обозначают сокращением TR-PI (Transmitter Receiver – Puls Induction) или просто PI.

Следует отметить, что в основу функционирования всех рассмотренных выше устройств из этой категории положен принцип «передача–прием». Однако основное конструктивное отличие, к примеру, металлодетекторов типа TR-PI от устройств типа TR-IB заключается в том, что в импульсных приборах в качестве приемной и передающей может использоваться одна и та же катушка.

П. 2. Принципы построения металлоискателей

При первой же попытке провести классификацию детекторов металлических предметов можно сделать безошибочный вывод о том, что в настоящее время существует довольно значительное число базовых принципов, основанных на разных физических явлениях, положенных в основу самых разнообразных конструкций металлоискателей. Следует отметить, что в последнее время в связи с развитием элементной базы появилась возможность практической реализации идей, воплощение которых ранее считалось маловероятным.

В связи с ограниченным объемом данной статьи далее будут рассмотрены лишь некоторые из наиболее популярных видов металлоискателей.

Металлоискатели FM

Одним из первых возможных вариантов построения детектора металлических предметов, который может прийти в голову любому человеку, хотя бы немного знакомому с основами электротехники, можно считать устройство, в основе которого лежит изменение частоты генератора под влиянием металлического предмета.

Из школьных учебников физики известно, что частота сигнала, генерируемого в контуре, образуемом параллельно включенными катушкой L и конденсатором C, зависит от индуктивности катушки и емкости конденсатора. При изменении хотя бы одного из этих параметров изменится резонансная частота контура, что приведет к соответствующему изменению и частоты генерации. Наиболее просто можно изменить индуктивность катушки, для этого достаточно, к примеру, поместить вблизи нее предмет из соответствующего металла. Именно это физическое явление и положено в основу конструкции детекторов металлических предметов, работающих по принципу изменения частоты. В специализированной литературе такие устройства часто называют металлоискателями FM (Frequency Meter).

Необходимо отметить, что, несмотря на то что влияние металлических предметов на резонансную частоту контура, помещаемых в зону возбуждаемого катушкой поля, давно известно, практическая реализация таких приборов до недавнего времени была довольно затруднительна. Причина заключалась в том, что оценивать изменение частоты контура на слух просто не представлялось возможным.

В настоящее время для анализа и оценки изменений девиации частоты используются микропроцессоры, функционирующие под управлением специальных программ.

Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу частотомера, приведена на рис. 19.

При появлении в зоне возбуждаемого измерительной катушкой электромагнитного поля металлического предмета происходит изменение резонансной частоты контура опорного генератора. Это изменение оценивается частотомером,

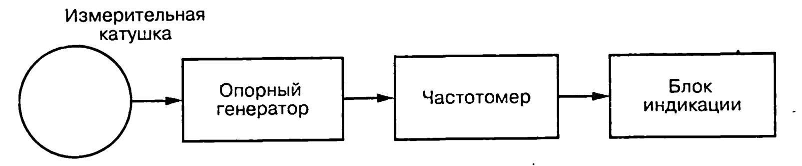


Рис. 19. Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу частотомера

основу которого составляет микроконтроллер. Величина девиации частоты, а также ее знак зависят не только от глубины залегания и величины предмета, но и от вида металла, из которого он изготовлен. Обработанные данные поступают на блок индикации, в составе которого часто используется линейка светодиодов.

Следует отметить, что металлоискатели FM обладают большей чувствительностью по сравнению, например, с металлодетекторами BFO.

Металлоискатели BFO

Благодаря простоте схемотехнических решений металлоискатели типа BFO (Beat Frequency Oscillator) или, иными словами, использующие принцип биений, получили широкое распространение. В основу этих устройств положено явление формирования биений, возникающих при смешивании двух близких по частоте сигналов.

В металлодетекторах BFO применяются два генератора, настроенных на одну и ту же частоту. При этом частота опорного (эталонного, образцового) генератора неизменна. Катушка контура измерительного генератора одновременно является поисковой или измерительной катушкой.

Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу биений, приведена на рис. 20.

При появлении в зоне возбуждаемого поисковой катушкой электромагнитного поля металлического предмета частота измерительного генератора изменяется. Сигнал измененной частоты подается на смеситель, где смешивается с сигналом опорной частоты. В результате на выходе смесителя выделяется сигнал с частотой биений, который поступает на блок индикации.

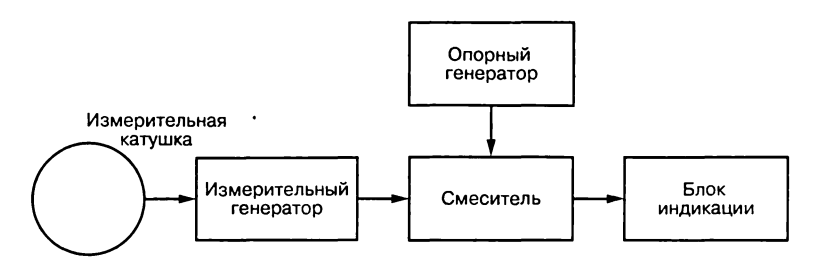


Рис. 20. Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу биений

В качестве индикатора в металлоискателях на биениях обычно используются акустические устройства, однако встречаются конструкции со стрелочными и светодиодными индикаторами. При использовании акустических индикаторов по изменению знака биений довольно просто определить, из какого металла, цветного или черного, изготовлен предмет, находящийся в зоне действия прибора.

Необходимо отметить, что частота биений в металлодетекторах BFO лежит в низкочастотном диапазоне, ближе к нижней границе звукового восприятия человеческого уха. Данный факт позволяет значительно упростить конструкцию блока индикации, поскольку биение частот главного (измерительного, поискового) и вспомогательного (опорного) генератора можно анализировать на слух. Однако чувствительность металлоискателей, работающих по принципу биений, оставляет желать лучшего. Тем не менее характеристики этих приборов вполне удовлетворят непритязательных пользователей.

Металлоискатели OR

Интересные схемотехнические решения можно встретить при рассмотрении конструкций металлодетекторов, в основу работы которых положен принцип оценки изменения амплитуды сигнала на катушке контура, резонансная частота которого близка частоте подаваемого на него сигнала опорного генератора. Главным достоинством таких устройств, иногда обозначаемых сокращением OR (Off Resonance), являются простота и надежность.

Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего на околорезонансной частоте, приведена на рис. 21.

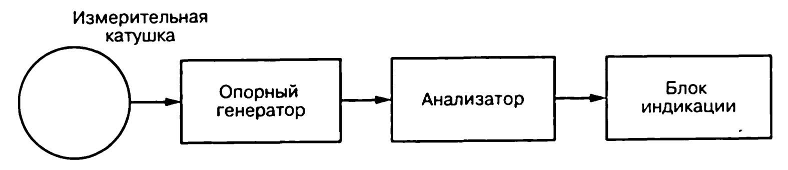


Рис. 21. Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего на околорезонансной частоте

Измерительная катушка является составной частью колебательного контура, резонансная частота которого незначительно отличается от частоты опорного генератора. При появлении в зоне возбуждаемого измерительной катушкой электромагнитного поля металлического предмета резонансная частота этого контура изменяется. В зависимости от того, какой металл оказался в зоне действия данного устройства (цветной или черный), частота контура или увеличивается или уменьшается. При этом происходят соответствующие изменения амплитуды колебаний опорного генератора, которые оцениваются анализатором. В результате анализатор формирует управляющий сигнал для блока индикации.

Металлоискатели TR-IB

Как уже отмечалось, в последнее время особой популярностью пользуются металлоискатели TR-IB (Transmitter Receiver – Induction Balance), или просто TR, в основу которых положен принцип «прием–передача». В таких устройствах, называемых балансными металлодетекторами, система катушек сбалансирована до нулевой взаимной индукции.

Главной особенностью устройств TR-IB является тот факт, что на приемную катушку поступает не отраженный сигнал передатчика, а сигнал, источником которого являются вихревые токи, возбуждаемые на поверхности металлического предмета.

Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу «передача–прием», приведена на рис. 22.

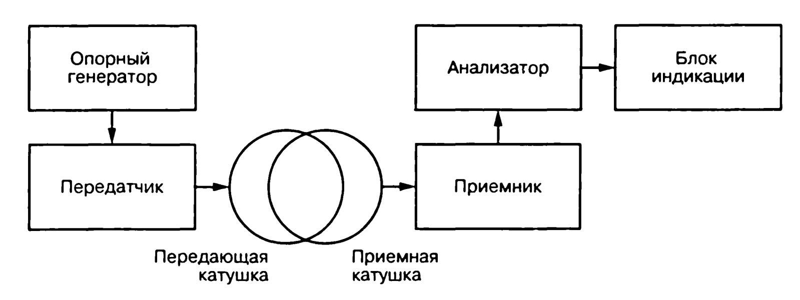


Рис. 22. Упрощенная блок-схема металлоискателя, работающего по принципу «передача–прием»

Передающий сигнал, формируемый опорным генератором, поступает на передатчик и далее – на передающую катушку. При появлении в зоне излучения передающей катушки металлического предмета на его поверхности под воздействием сигнала VLF инициируются вихревые или поверхностные токи. Эти токи являются источником вторичного сигнала, который принимается приемной катушкой металлодетектора. После приемника этот сигнал подается на анализатор, где происходит оценка его параметров. На основе проведенного анализа формируется соответствующий сигнал для блока индикации.

Следует отметить, что главными достоинствами таких металлоискателей являются высокая чувствительность, возможность отстройки не только от фона грунта, но и от разного мусора. И конечно же, такие устройства позволяют определять вид металла. Главным же недостатком балансных металлодетекторов следует считать сложности, возникающие при изготовлении и балансировке системы катушек.

Радиолокационные металлоискатели

Последние достижения в области теоретических разработок и практического применения микроволновой техники, а также развитие элементной базы (в том числе микропроцессорной техники) позволяют ожидать, что в самом обозримом будущем появятся конструкции детекторов металлических предметов, в которых будет использован принцип

радиолокации. Интерес к устройствам, в которых используется радиолокационный принцип, объясняется тем, что дальность действия таких металлоискателей несравнимо выше, чем у детекторов других типов.

В настоящее время в различных источниках можно встретить весьма оригинальные схемотехнические решения таких устройств. Однако их практическая реализация пока довольно затруднительна.

Из самого названия радиолокационных металлоискателей напрашивается вывод о том, что основой построения таких устройств является принцип, используемый в радиолокации. Как и в радиолокаторах, информация о наличии в зоне действия прибора какого-либо объекта (дальность, размеры и т.п.) оценивается после обработки параметров импульсного сигнала, отраженного от этого объекта.

Упрощенная блок-схема радиолокационного металлоискателя приведена на рис. 23.

Импульсный сигнал, сформированный генератором импульсов, модулирует сигнал передатчика, который излучается антенной. По достижении объекта переданный сигнал отражается от него. Отраженный сигнал принимается антенной, а затем через антенный переключатель и приемник подается на анализатор. На каскады анализатора также подается и сигнал, формируемый импульсным генератором.

Оба поступивших на анализатор сигнала сравниваются, после чего проводится оценка различий с последующим формированием данных для блока индикации. При этом информация о расстоянии до обнаруженного объекта формируется после оценки времени задержки отраженного сигнала, а сведения о величине объекта – по амплитуде этого сигнала.

Импульсные металлоискатели PI

Как и радиолокационные металлоискатели, импульсные металлодетекторы относятся к устройствам категории TD (Time Domain), использующим импульсный сигнал. При этом частота следования импульсов, формируемых в этих устройствах, составляет от нескольких десятков до нескольких сотен герц.

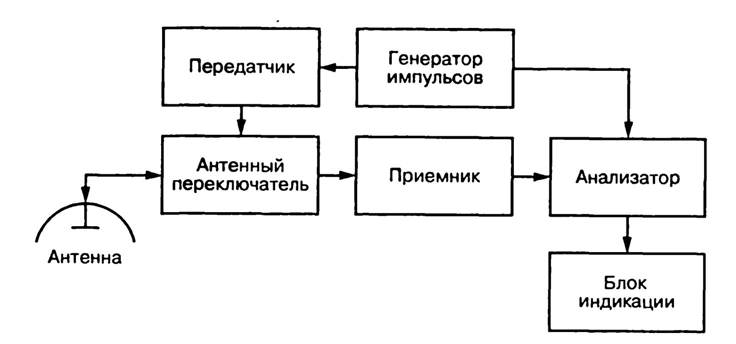


Рис. 23. Упрощенная блок-схема радиолокационного металлоискателя

В импульсных металлодетекторах типа PI (Puls Induction) для оценки наличия металлических предметов в зоне поиска используется явление возникновения вихревых поверхностных токов в металлическом предмете под воздействием внешнего электромагнитного поля. Однако, в отличие от рассмотренных ранее устройств типа TR-IB, в импульсных металлоискателях анализируется сигнал, формирующийся в металле после воздействия не непрерывного, а импульсного сигнала.

Упрощенная блок-схема импульсного металлоискателя приведена на рис. 24.

Импульсный сигнал, формируемый генератором импульсов, усиливается и подается на передающую катушку, в которой соответственно инициируется переменное электромагнитное поле. При появлении в зоне действия этого поля

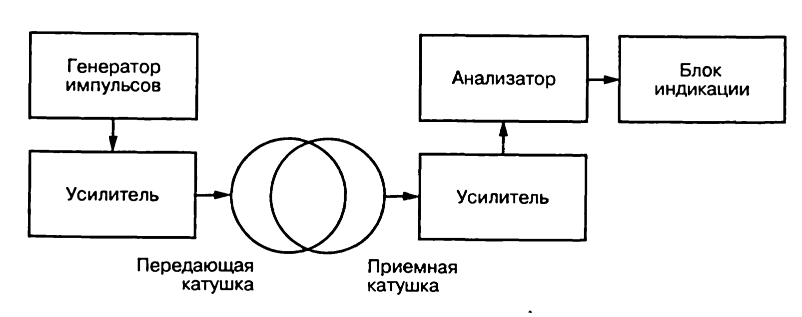


Рис. 24. Упрощенная блок-схема импульсного металлоискателя

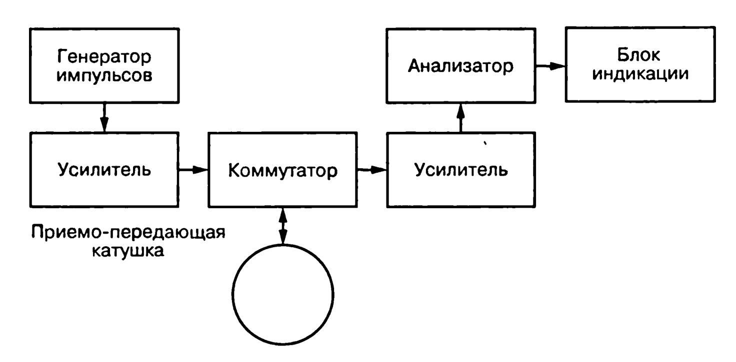


Рис. 25. Упрощенная блок-схема импульсного металлоискателя с одной катушкой

металлического предмета на его поверхности периодически, под воздействием импульсного сигнала, возникают вихревые токи. Эти токи и являются источником вторичного сигнала, который принимается приемной катушкой, усиливается и подается на анализатор. Необходимо отметить, что благодаря явлению самоиндукции длительность вторичного сигнала будет больше, чем длительность излученного передающей катушкой импульса. При этом параметры заднего фронта вторичного импульсного сигнала и используются для анализа с последующим формированием данных для блока индикации.

Нетрудно предположить, что при наличии специального развязывающего устройства или коммутатора в импульсных металлоискателях вместо передающей и приемной катушек можно было бы использовать всего одну катушку, которая поочередно использовалась бы для передачи и приема сигналов.

Упрощенная блок-схема импульсного металлоискателя с одной катушкой приведена на рис. 25.

Следует признать, что основными достоинствами импульсных металлоискателей являются сравнительно высокая чувствительность, а также простота конструкции катушек. Однако схемотехнические решения отдельных блоков (например, генератор импульсов, коммутатор, анализатор) пока отличаются значительной сложностью. Помимо этого в таких при-

борах используются микропроцессоры с соответствующим программным обеспечением. Программирование микропроцессоров также требует соответствующего оборудования и навыков. Поэтому повторение таких конструкций под силу лишь подготовленным радиолюбителям.

Литература

1. Tester polarity // Praktická elektronika C – STAVEBNICE A KONSTRUKCE. – 2001. – №2. – S. 5.
2. Skoušeč baterií // Praktická elektronika A radio. – 2000. – №7. – s. 7 (FUNKAMATEUR. – 1998. – №1. – S. 39).
3. Jednoduchý měřič indukčnosti // Konstrukční elektronika A Radio. – 2002. – №1. – S. 5.
4. Zdeněk Hájek. FM bezdrátový mikrofon // Praktická elektronika A Radio. – 2000. – №4. – S. 8.
5. Tomáš Flajzar. Bezdrátový mikrofon // www.flajzar.cz.
6. Indikátor stavu telefonní linky // Praktická elektronika C – STAVEBNICE A KONSTRUKCE. – 2000. – №6. – S. 6.
7. Hlídač minima a maxima hladiny kapaliny // Praktická elektronika C – STAVEBNICE A KONSTRUKCE. – 1999. – №1. – S. 21.
8. Vojtéch Voráčék. Imobilizér pro auta našich žen // Praktická elektronika A Radio. – 2000. – №3. – S. 31.
9. Jednoduchý autoalarm // Praktická elektronika C – STAVEBNICE A KONSTRUKCE. – 1999. – №1. – S. 2.
10. Daniel Kalivoda. Imitátor imobilizéru s indikátorem napétí palubní sítě // Praktická elektronika A Radio. – 2002. – №8. – S. 28.
11. Pavel Meca. Universální dvouvstupový předzesilovač // Amatérské radio. – 1999. – №2. – S.6.
12. Daniel Kalivoda. Předzesilovač pro dinamický mikrofon // Praktická elektronika A Radio. – 2000. – №2. – S. 6.
13. Miniaturní stereofonní zesilovač // Konstrukční elektronika A Radio. – 2000. – №5. – S. 31 (Radiotechnik Audio-HiFi-Video. – 1999. – №7).
14. Pavel Meca. Elektronický pes // Amatérské radio. – 1999. – №3. – S. 8.
15. Kvikátko – zvuková hříčka // Praktická elektronika A Radio. – 2001. – №10. – S. 6 (Everyday Practical Electronics. – 1997. – №9).
16. Адаменко М. В. Металлоискатели: от простого к сложному. – М.: ДМК-Пресс, 2006. – С. 5.

Книга начинающего радиолюбителя

Серия «В помощь радиолюбителю»



Автор: Никитин В. А.
Формат: 84×108 $^1/_{32}$
Объем: 384 с.
ISBN: 5-477-00078-3

Популярное описание основ элементарной электротехники, радиотехники и электроники, с самых азов и до современного состояния техники.

Для начинающих радиолюбителей, желающих понять, что происходит в схеме аппарата, который они хотят собрать или пытаются отремонтировать. Большую помощь книга может оказать учащимся школ, техникумов и училищ в процессе изучения соответствующих разделов физики.

Секреты радиолюбителя-конструктора

Серия «В помощь радиолюбителю»



Автор: Николаенко М. Н.
Формат: 84×108 $^1/_{32}$
Объем: 320 с.
ISBN: 5-477-00004-X

В книге представлены схемы и чертежи простых и недорогих устройств, значительно облегчающих работу радиомонтажника; дается множество полезных рекомендаций, которые сопровождаются необходимыми расчетами и теоретическими сведениями, что позволит незамедлительно перейти к самостоятельной работе.

Издание предназначено для широкого круга читателей – не только начинающих, но и опытных радиолюбителей, занимающихся проектированием и изготовлением радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Также оно будет полезно работникам ремонтных мастерских.

Современные усилители

Серия «В помощь радиолюбителю»



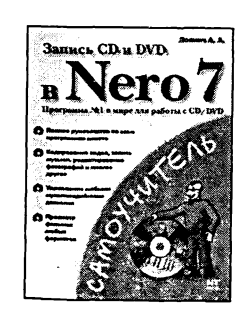
Автор: Баширов С. Р.
Формат: 84×108 $^1/_{32}$
Объем: 112 с.
ISBN: 5-477-00045-7

Данный справочник содержит основные электрические параметры, а также стандартные и модифицированные схемы включения интегральных схем тракта современного усилителя: блоки коммутации и индикации, активные фильтры и аудиопроцессоры, регуляторы громкости, эквалайзеры и усилители мощности НЧ. Для всех схем приведены чертежи печатных плат и внешний вид собранных устройств.

Книга будет полезна как радиолюбителям, так и специалистам по ремонту бытовой радиоаппаратуры.

Запись CD и DVD в Nero 7

Серия «Самоучитель»



Автор: Лоянич А. А.
Формат: 70×90 $^1/_{16}$
Объем: 352 с.
ISBN: 5-477-00261-1

Все слышали о программном пакете Nero и знают его прежде всего как программу для записи дисков. Новая версия Nero 7 – это полноценный мультимедийный комплект, который под силу освоить даже начинающему пользователю.

Вы сможете записывать диски любых форматов, обрабатывать звуковые файлы, просматривать и кодировать видео в большинстве форматов, создавать резервные копии системы, тестировать привод, используя всевозможные тесты, и т.д. Обо всем этом, а также о многом другом вам расскажет данная книга – уникальное руководство по всем программам пакета Nero 7.

Издание предназначено для начинающих пользователей.

Переходим на InDesign

Серия «3D-графика и анимация»



Автор: Блатнер Д., Смит К., Вернер С.
Формат: 70×90 1/16
Объем: 384 с.
ISBN: 5-477-00135-6

Сейчас все больше организаций выбирают InDesign CS вместо QuarkXPress и PageMaker в качестве инструмента верстки. Сравнивая программу InDesign CS с ее двумя постоянными конкурентами, многие специалисты по верстке и дизайну согласны, что InDesign дешевле, имеет больше необходимых функций и гораздо удобнее в использовании. Эта книга адресована тем, кто намерен быстро «переквалифицироваться» в специалистов по InDesign, не выбиваясь из напряженного производственного ритма. Настоящее руководство посвящено наиболее распространенным задачам и методам работы с программой InDesign, в частности здесь описаны первые десять «камней преткновения», связанные с переходом на InDesign. Книга написана тремя экспертами в области цифровых издательских систем и представляет собой пособие по InDesign CS с учетом ваших навыков работы в других пакетах издательских систем.

Секреты беспроводных технологий

Серия «Самоучитель»

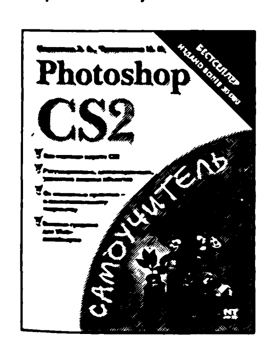


Автор: Маккалоу Д.
Формат: 70×90 1/16
Объем: 408 с.
ISBN: 5-477-00108-9

Вы себе даже не представляете, на что способны беспроводные технологии! Предлагаемое уникальное руководство научит вас в полной мере пользоваться всеми благами, которые дают современные беспроводные сети и мобильные устройства. В книге есть все: от советов по планированию и развертыванию беспроводной сети до инструкций по использованию мультимедийного концентратора, который позволит вам наслаждаться коллекциями фотографий и звукозаписей. Вы узнаете, как с помощью смартфона или карманного компьютера выйти в Интернет, находясь в пути, поболтать с друзьями в чате, сидя на скучном заседании; как создать и загрузить в телефон собственную заставку и графические картинки. Советы опытного специалиста помогут вам за короткий срок овладеть хитроумными приемами, сэкономить деньги и стать компетентным пользователем.

Photoshop CS2

Серия «Самоучитель»



Автор: Карасева Э. В., Чумаченко И. Н.
Формат: 70×90 1/16
Объем: 408 с.
ISBN: 5-477-00185-2

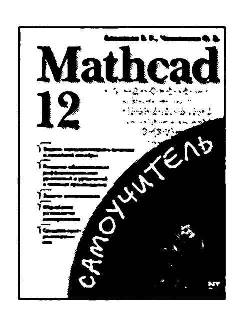
В настоящем издании рассматриваются основы работы с растровым редактором Adobe Photoshop CS2. Книга состоит из четырех частей, посвященных дополнительным средствам и методикам программы, обработке растровых изображений и рисованию. Особое внимание уделяется возможностям версии CS2 – богатым средствам автоматизации, модулю Adobe Bridge, заданию пользовательских «горячих» клавиш и многому другому.

Пошаговая работа с элементами интерфейса, фильтрами и инструментами проиллюстрирована многочисленными примерами.

Книга предназначена для пользователей с начальным и средним уровнем подготовки.

Mathcad 12

Серия «Самоучитель»



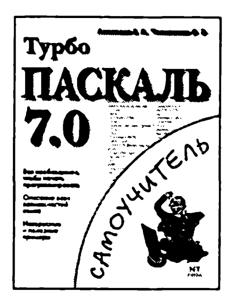
Авторы: Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В.
Формат: 70×90 $^{1}/_{16}$
Объем: 352 с.
ISBN: 5-477-00088-0

Книга адресована читателям, которые хотят ознакомиться с двенадцатой версией Mathcad. Подробно рассматривается работа с документами Mathcad и редактирование выражений. Описаны возможности пакета при решении задач линейной алгебры и математического анализа, задач оптимизации (линейного программирования, транспортной задачи, задачи о назначениях), обработки экспериментальных данных. Особое внимание уделено решению обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.

Книга адресована студентам младших курсов и всем желающим ознакомиться с последней версией пакета Mathcad.

Турбо Паскаль 7.0

Серия «Самоучитель»



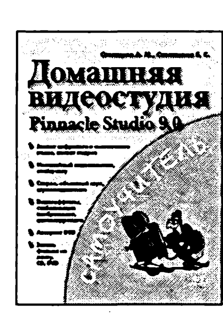
Авторы: Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В.
Формат: 70×90 $^{1}/_{16}$
Объем: 320 с.
ISBN: 5-477-00003-1

Книга адресована изучающим алгоритмизацию и программирование. Прочитав ее, вы научитесь составлять алгоритмы и программы. Книга посвящена языку программирования Турбо Паскаль версии 7.0. Приведено большое количество практических примеров программирования. Подробно описаны такие этапы программирования, как работа с подпрограммами, модулями, файлами, экраном дисплея в текстовом и графическом режимах.

Издание предназначено для школьников и студентов, начинающих изучать программирование, а также для всех желающих познакомиться с языком Турбо Паскаль.

Домашняя видеостудия Pinnacle Studio 9.0

Серия «Самоучитель»



Автор: Столяров А. М., Столярова Е. С.
Формат: 70×90 $^{1}/_{16}$
Объем: 432 с.
ISBN: 5-17-026326-0

Благодаря программе Pinnacle Studio 9 нелинейный видеомонтаж перестал быть привилегией избранных. Эта программа предназначена для домашнего видеомонтажа. Отсюда и ее особенности: простота в освоении, дружественный интерфейс, необходимый набор функций для захвата видеоматериала, нелинейного монтажа и вывода готового видеофильма на различные носители, вплоть до DVD.

В данной книге мы познакомим вас с возможностями программы, приведем примеры использования фильтров и спецэффектов, расскажем об авторинге и записи видеодисков.

Ваш первый видеофильм

Серия «Просто о сложном»



Автор: Столяров А. М., Столярова Е. С.
Формат: 84×108 $^{1}/_{32}$
Объем: 192 с.
ISBN: 5-477-00008-2

Программа Pinnacle Studio 9 позволит вам легко и быстро перенести отснятый видеоматериал на компьютер, смонтировать видеофильм, добавить в него музыкальное сопровождение, дикторский текст и титры. Готовый фильм прямо из программы вы сможете вывести на различные носители.

Использование 3D-технологий при создании Web-сайтов

Серия «Школа Web-мастерства»



Автор: Макгилливрей К., Хед Э.
Формат: 70×90 $^1/_{16}$
Объем: 336 с.
ISBN: 5-477-00145-3

Наверняка, создав статичный сайт, основанный на обычном HTML, вы не раз задумывались, как бы сделать его динамичнее... Хотите «оживить» свой сайт, создав меню в виде 3D-черепахи, которая будет реагировать на каждое ваше действие и открывать нужный пункт? Или, вместо скучной панели навигации, населить его персонажами, которые будут общаться с пользователем и буквально водить его по сайту? Прочитав эту книгу, вы поймете, насколько это просто! Достаточно создать несложную модель в 3ds max и перенести ее на сайт при помощи Macromedia Director. Уроки, на которые поделена книга, позволят вам с легкостью освоить различные аспекты создания уникального интерактивного сайта.

Монтаж и запись видеофильмов

Серия «Шпаргалка»



Автор: Столяров А. М., Столярова Е. С.
Формат: 90×70 $^1/_{32}$
Объем: 208 с.
ISBN: 5-477-00025-2

«Шпаргалка» – удобный и простой в использовании справочник. Она послужит вам надежным путеводителем в мире компьютерного видеомонтажа и ответит на все ваши вопросы на простом и понятном языке.

Эти и многие другие книги нашего издательства вы можете приобрести в розницу в книжных магазинах вашего города

По вопросам оптовой покупки книг издательства «НТ Пресс» обращаться по адресу: Москва, Звездный бульвар, дом 21, 7-й этаж Тел. 615-43-38, 615-01-01, 615-55-13

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Информационный обзор для радиолюбителей

Выпуск 10

Составитель: Адаменко Михаил Васильевич

Главный редактор *Захаров И. М.*
zim@ntpress.ru
Ответственный редактор *Баскакова А. С.*
Верстка *Белова Д. А.*
Графика *Шахина А. Г.*
Дизайн обложки *Харевская И. А.*

Издательство «НТ Пресс», 129085, Москва,
Звездный б-р, д. 21, стр. 1.

Издание осуществлено при техническом участии
ООО «Издательство АСТ»

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ООО «Типография ИПО профсоюзов Профиздат»
109044, Москва, Крутицкий вал, 18

Выпуск 10

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

